

공개특허특2000-0027178

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
H04L 5/06(11) 공개번호 특2000-0027178  
(43) 공개일자 2000년05월15일

(21) 출원번호 10-1998-0045045

(22) 출원일자 1998년10월27일

(71) 출원인 현대전자산업 주식회사 김영환  
경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1(72) 발명자 정영학  
서울특별시 강남구 대치동 996-1 진성빌딩 10층  
전경훈  
경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학교 정보통신연구소 213호

(74) 대리인 문승영

심사청구 : 없음

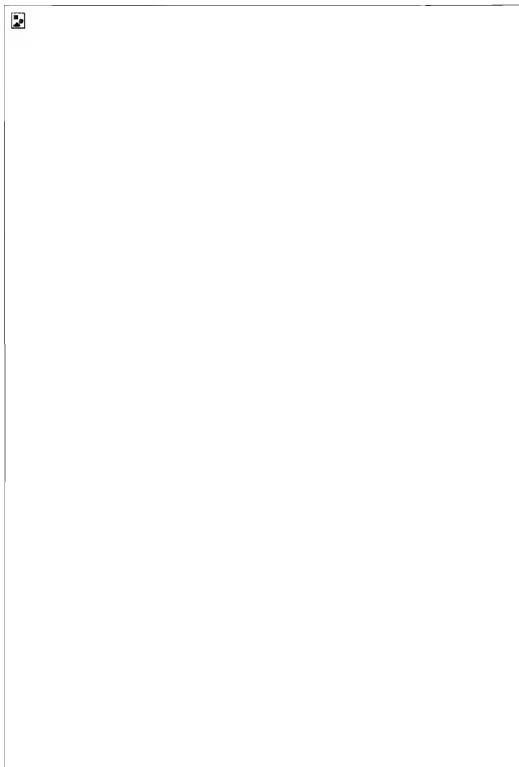
(54) 오에프디엠 시스템의 심볼타이밍 복원장치

## 요약

본 발명은 OFDM 수신기에서 FFT 윈도우의 위치를 보호구간을 제외한 OFDM 심볼의 유효심볼 구간에 일치시키기 위한 것으로, 이러한 본 발명은 OFDM 샘플 전송률로 양자화된 신호를 데시메이션 차수의 샘플 간격으로 데시메이션하는 데시메이터와, 데시메이터의 출력을 유효 심볼 구간의 길이만큼 지연시키는 지연부와, 지연부에서 출력된 신호의 공액복소수 값을 구하는 공액복소수부와, 데시메이터와 공액복소수부의 출력신호를 곱하는 복소곱셈부와, 복소곱셈부의 출력을 보호구간 샘플수 만큼씩 누적하여 더하는 슬라이딩 적분부로 구성되어, 심볼타이밍 복원을 반송파 복원과 동시에 수행함으로써 전체 동기화 과정에 소요되는 시간을 줄이고, 심볼타이밍 옵셋의 수정을 위하여 별도의 보조 신호를 필요로 하지 않으므로 일반적인 OFDM 방식 수신기에 광범위하게 적용할 수 있고, 하드웨어에서 요구되는 복잡도를 감소시킬 수 있게 되는 것이다.

## 대표도

도면



명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 OFDM 시스템의 블록구성도이고,

도 2는 일반적인 OFDM 심볼구조를 보인 구조도이며,

도 3은 본 발명에 의한 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치의 블록구성도이고,

도 4는 도3에 의한 초기 심볼타이밍 복원을 보인 구조이다.

#### <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

21 : 데시메이터 22 : 지연부

23 : 공액복소수부 24 : 복소곱셈부

25 : 슬라이딩 적분부 26 : 심볼 적분부

27 : 크기정보 추출부 28 : 최대값 검출부

29 : FFT 원도우 제어부 30 : 직/병렬 변환부

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 직교 주파수분할 다중화) 시스템에 관한 것으로, 특히 OFDM 수신기에서 FFT 원도우의 위치를 보호구간을 제외한 OFDM 심볼의 유효심볼 구간에 일치시키는 장치에 관한 것이다.

일반적으로 디지털 통신 시스템에서 수신기는 일정 시간 관할한 수신 신호를 자신이 가지고 있는 기준 심볼들과 비교함으로써 전송된 심볼을 복원한다. 이 경우 복조 최적화하기 위해서 여러 단계의 동기화 과정을 필요로 하는데, 그 중에서 수신기의 관할 구간을 수신되는 심볼의 전이에 동기시키는 과정을 심볼타이밍 복원 또는 심볼 클록 복원이라 한다.

그리고 OFDM 시스템은 신호의 송수신을 위하여 FFT(Fast Fourier Transform, 고속 푸리에 변환) 연산과 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform, 역 고속 푸리에 변환) 연산을 사용한다.

이러한 종래 OFDM 시스템의 블록구성도가 도1에 도시되었는 바, 이의 동작을 설명하면 다음과 같다.

먼저, OFDM 시스템의 송신기(Transmitter)에서는 직/병렬 변환부(S/P, Serial to Parallel Converter)(1)는 입력된 직렬 신호를 병렬로 변환시키고, IFFT(2)는 병렬 신호의 IFFT 연산을 수행하게 된다. 그리고 병/직렬 변환부(P/S, Parallel to Serial Converter)(3)는 IFFT 연산이 수행된 신호를 직렬신호로 변환시킨다.

그러면 보호구간 삽입부(Insert Guard-Interval)(4)에서 보호구간을 삽입한 다음 송신필터(Transmit Filter)(5)에서 필터링을 수행한다. 그리고 곱셈(6)에서 반송파(Carrier f1)를 곱셈하여 다중경로 페이딩 채널(7)로 전송하게 된다.

그리고 OFDM 시스템의 수신기(Receiver)에서는 덧셈기(8)에서 다중경로 페이딩 채널(7)에서의 신호와 AWGN(Additive White Gaussian Noise, 덧셈성 백색가우시안 잡음)을 가산하고, 곱셈기(9)에서 이 신호에 반송파(Carrier f2)를 곱한다.

그런 다음 수신필터(Receive Filter)(10)에서 필터링을 수행하고, 보호구간 제거부(Eliminate Guard-Interval)(11)에서는 삽입된 보호구간을 제거한다.

그래서 직/병렬 변환부(S/P, Serial to Parallel Converter)(12)는 보호구간이 제거된 직렬 신호를 병렬로 변환시키고, FFT(13)는 병렬 신호의 FFT 연산을 수행하며, 병/직렬 변환부(P/S, Parallel to Serial Converter)(14)는 FFT 연산이 수행된 신호를 직렬신호로 변환시켜 출력하게 된다.

이러한 OFDM 시스템은 FFT 연산과 IFFT 연산을 사용하는데, 이들의 기본 성질에 의하여 시간 영역(Time Domain)에서의 지연(Delay)은 주파수 영역(Frequency Domain)에서의 위상 회전으로 나타나게 된다. 그러므로, 이러한 시간 영역에서의 지연, 즉 심볼타이밍 오프셋(Offset)의 영향을 보상하여 심볼을 복원하여 주는 방법이 필요하게 된다.

그러나 종래의 OFDM 수신기를 위한 심볼타이밍 복원에는 다음과 같은 문제점이 있었다.

즉, 반송파 주파수 복원을 가정하고 있다. 그래서 이를 가정하고 있는 심볼타이밍 복원은 선행되는 동기화 과정으로서 반송파 복원을 필요로 한다. 그 결과 심볼타이밍의 복원 성능이 반송파 복원 결과에 영향을 받게 되고, 심볼타이밍 복원이 이루어지지 않은 상태에서 동작가능한 반송파 복원이 선행 동기화 과정으로 요구된다. 그러나 이러한 조건을 만족하는 반송파 복원장치는 높은 하드웨어 복잡도를 필요로 하는 단점을 지니고 있었다.

또한 별도의 보조 신호를 필요로 한다. 그래서 보조 신호를 필요로 하는 심볼타이밍 복원은 전송 신호의 형태에 따라 적용 가능 여부가 결정된다. 그 결과 응용할 수 있는 시스템의 유형이 한정되며, 신호를 검출하기 위한 별도의 동기화 과정이 요구되는 단점을 지니고 있었다.

### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해소하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 OFDM 수신기에서 FFT 윈도우의 위치를 보호구간을 제외한 OFDM 심볼의 유효심볼 구간에 일치시킬 수 있는 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치를 제공하는 데 있다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치는,

OFDM 샘플 전송률로 양자화된 신호를 데시메이션 차수의 샘플 간격으로 데시메이션하는 데시메이터와; 상기 데시메이터의 출력을 유효 심볼 구간의 길이만큼 지연시키는 지연부와; 상기 지연부에서 출력된 신호의 공액복소수 값을 구하는 공액복소수부와; 상기 데시메이터와 공액복소수부의 출력신호를 곱하는 복소곱셈부와; 상기 복소곱셈부의 출력을 보호구간 샘플 수 만큼씩 누적하여 더하는 슬라이딩 적분부로 이루어짐을 그 기술적 구성상의 특징으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

이하, 상기와 같은 본 발명 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치의 기술적 사상에 따른 실시예를 첨부한 도면에 의거 상세히 설명하면 다음과 같다.

먼저 본 발명은 반송파 복원이 이루어지지 않은 상태에서 초기 심볼타이밍 복원이 가능한 장치를 제안한다. 본 발명에서 제안하는 심볼타이밍 복원장치는 반송파 복원결과에 심볼타이밍 복원성능이 좌우되는 단점이 없을 뿐만 아니라 심볼타이밍 복원을 반송파 복원과 동시에 수행할 수 있으므로 전체 동기화 과정에 소요되는 시간을 줄일 수 있게 한다. 더불어 본 발명은 심볼타이밍 �셋의 추정을 위하여 별도의 보조 신호를 필요로 하지 않으므로 일반적인 OFDM 방식 수신기에 광범위하게 적용할 수 있고, 하드웨어에서 요구되는 복잡도를 감소시킬 수도 있게 된다.

그래서 본 발명에서 제시하는 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치는 OFDM 심볼을 구성하고 있는 보호구간을 이용하여 이루어진다.

도2는 일반적인 OFDM 심볼구조를 보인 것으로, 보호구간과 유효 심볼 구간의 두 부분으로 구성되어 있다. 보호구간은 다중경로(Multipath)에 의한 심볼간 간섭(Inter-Symbol Interference)을 상쇄시키기 위한 구간으로 채널의 상태에 따라 그 길이가 결정된다. 또한 보호구간은 유효 심볼 구간의 회전 이동(Cyclic Shift)한 형태로 유효 심볼의 일정 부분이 다시 유효 구간의 시작 부분에 놓이게 됨을 의미한다. 그래서 본 발명은 보호구간이 유효 심볼 구간의 회전 이동된 형태라는 성질을 이용하여 유효 심볼 구간에 최대한 근접하는 OFDM 샘플을 찾아낸다.

이를 수행하기 위한 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치를 도3과 같이 나타낸다.

이에 도시된 바와 같이, OFDM 샘플 전송률로 양자화된 신호를 데시메이션 차수(Decimation Order)의 샘플 간격으로 데시메이션하는 데시메이터(Decimator)(21)와; 상기 데시메이터(21)의 출력을 유효 심볼 구간의 길이만큼 지연시키는 지연부(22)와; 상기 지연부(22)에서 출력된 신호의 공액복소수 값을 구하는 공액복소수부(Complex Conjugate)(23)와; 상기 데시메이터(21)와 공액복소수부(23)의 출력신호를 곱하는 복소곱셈부(24)와; 상기 복소곱셈부(24)의 출력을 보호구간 샘플 수 만큼씩 누적하여 더하는 슬라이딩(Sliding) 적분부(25)와; 상기 슬라이딩 적분부(25)의 출력신호를 OFDM 심볼 주기 동안 누적하여 더하는 심볼적분부(26)와; 상기 심볼적분부(26)의 복소출력신호를 여러 OFDM 심볼 주기 동안 평균한 후 크기

(Magnitude) 정보를 추출하는 크기정보 추출부(27)와; 상기 크기정보 추출부(27)에서 추출된 크기정보로 크기 정보를 제대로 하는 심볼타이밍 위치를 찾아내는 최대값 검출부(28)와; 상기 최대값 검출부(28)에서 추출된 타이밍 정보를 입력받아 심볼타이밍이 보상되도록 직/병렬 변환부(12)로 전송하는 FFT 윈도우 제어부(29)로 구성된다.

그래서 먼저 기저 대역으로 변환된 수신 신호를 A/D 변환기(Analog to Digital Converter)를 통하여 OFDM 샘플 전송률로 양자화한다.

이렇게 양자화된 신호는 데시메이터(21)에서 데시메이션 차수인 M 샘플 간격으로 데시메이션되고, 지연부(22)의 쉬프트 레지스터(Shift Register)를 통하여 유효 심볼 구간의 길이인 N/M 만큼 지연된다.

그런 다음 공액복소수부(23)에서는 지연부(22)에서 출력된 신호의 공액복소수 값을 구하고, 복소곱셈부(24)는 데시메이터(21)와 공액복소수부(23)의 출력신호를 곱하게 된다.

그 결과 복소곱셈부(24)의 출력신호는 보호구간의 회전 이동성에 의해 OFDM 심볼내의 같은 샘플들과 곱해지는 구간(도4에서의 A구간)과 그 외 인접 샘플들과 곱해지는 구간으로 나뉘어 진다. 또한 복소곱셈부(24)의 출력신호는 주기적인 통계적 특성(Cyclostationary)을 지니며, 이 신호들의 에너지 성분을 추적하기 위하여 슬라이딩 적분부(25)로 보호구간 샘플부인 Ng/M 만큼 씩 누적하여 더하게 된다.

이 슬라이딩 적분부(25)의 출력신호는 복소곱셈부(24)의 출력신호와 같은 주기적 통계 특성을 지니며 적분 구간이나 도4의 A구간일 경우의 출력신호가 그렇지 않을 경우의 출력신호에 비하여 상대적으로 큰 값을 가지게 된다.

그러므로 본 발명은 이러한 성질을 이용하여 OFDM 심볼주기인 (N+Ng)/M 동안 슬라이딩 적분부(25)의 출력신호가 최대가 되는 위치를 찾아 초기 OFDM 심볼타이밍 정보를 추출할 수 있게 되는 것이다.

한편 보다 신뢰성 있는 초기 심볼타이밍 정보를 얻기 위해서는, 심볼 적분부(26)를 이용하여 슬라이딩 적분부(25)의 출력신호를 여러 OFDM 심볼 주기 동안 평균한 후 복소 신호인 심볼 적분부(26)의 출력 신호의 크기 정보를 크기정보 추출부(27)에서 추출한다. 그리고 최대값 검출부(28)에서는 크기정보 추출부(27)에서 추출된 크기정보로 크기 정보를 제대로 하는 심볼타이밍 위치를 찾아내는 방식을 사용한다.

이렇게 추출된 타이밍 정보는 FFT 윈도우 제어부(29)로 보내어져 기존의 심볼타이밍이 보상되도록 하여 직/병렬 변환부(12)로 전송되는 것이다.

이처럼 본 발명은 OFDM 수신기에서 FFT 윈도우의 위치를 보호구간을 제외한 OFDM 심볼의 유효심볼 구간에 일치시키게 되는 것이다.

이상에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있다. 본 발명은 상기 실시예를 적절히 변형하여 동일하게 응용할 수 있음이 명확하다. 따라서 상기 기재 내용은 하기 특허청구범위의 한계에 의해 정해지는 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아니다.

#### 발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치는 반송파 복원결과에 심볼타이밍 복원 성능이 좌우되는 단점이 없을 뿐만 아니라 심볼타이밍 복원을 반송파 복원과 동시에 수행할 수 있으므로 전체 동기화 과정에 소요되는 시간을 줄일 수 있으며, 심볼타이밍 잡색의 수정을 위하여 별도의 보조 신호를 필요로 하지 않으므로 일반적인 OFDM 방식 수신기에 광범위하게 적용할 수 있고, 하드웨어에서 요구되는 복잡도를 감소시킬 수 있는 효과가 있게 된다.

#### (57)청구의 범위

##### 청구항1

OFDM 수신기에서 FFT 윈도우의 위치를 보호구간을 제외한 OFDM 심볼의 유효심볼 구간에 일치시키는 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치에 있어서,

OFDM 샘플 전송률로 양자화된 신호를 데시메이션 차수의 샘플 간격으로 데시메이션하는 데시메이터와;

상기 데시메이터의 출력을 유효 심볼 구간의 길이만큼 지연시키는 지연부와;

상기 지연부에서 출력된 신호의 공액복소수 값을 구하는 공액복소수부;

상기 데시메이터와 공액복소수부의 출력신호를 곱하는 복소곱셈부와;

상기 복소곱셈부의 출력을 보호구간 샘플수 만큼씩 누적하여 더하는 슬라이딩 적분부로 구성된 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치.

## 청구항2

제 1항에 있어서, 상기 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치는,

상기 슬라이딩 적분부의 출력신호를 OFDM 심볼 주기 동안 누적하여 더하는 심볼적분부와;

상기 심볼적분부의 복소출력신호를 여러 OFDM 심볼 주기 동안 평균한 후 크기 정보를 추출하는 크기정보 추출부와;

상기 크기정보 추출부에서 추출된 크기정보로 크기 정보를 최대로 하는 심볼타이밍 위치를 찾아내는 최대값 검출부와;

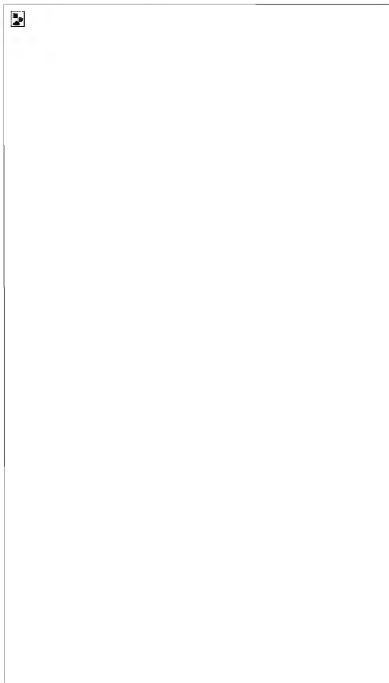
상기 최대값 검출부에서 추출된 타이밍 정보를 입력받아 심볼타이밍이 보상되도록 직/병렬 변환부로 전송하는 FFT 윈도우 제어부를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 OFDM 시스템의 심볼타이밍 복원장치.

도면

도면1

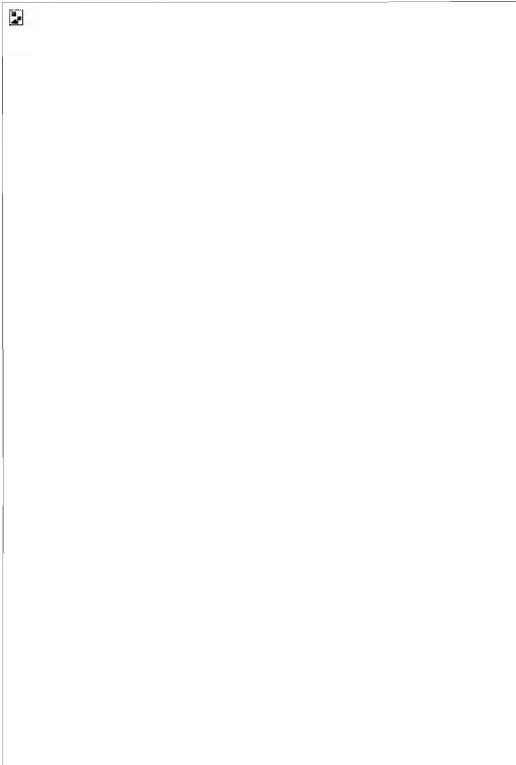


도면2



도면3





도면4

